

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-184574

(43)公開日 平成6年(1994)7月5日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	府内整理番号	F I	技術表示箇所
C 10 M 103/06	B	9159-4H		
C 23 C 14/06		9271-4K		
14/48		9046-4K		
F 04 C 29/00	U	6907-3H		
// C 10 N 10:16				

審査請求 未請求 請求項の数4(全7頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平4-340663

(22)出願日 平成4年(1992)12月21日

(71)出願人 000002853

ダイキン工業株式会社

大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号

梅田センタービル

(72)発明者 河原 克己

大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業
株式会社堺製作所金岡工場内

(72)発明者 原 日出樹

大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業
株式会社堺製作所金岡工場内

(74)代理人 弁理士 大浜 博

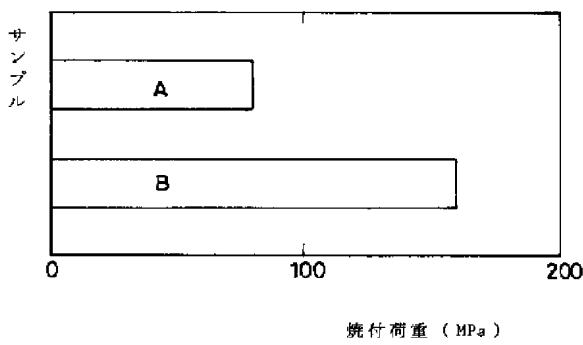
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 摺動部材およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 圧縮機・ポンプ等の回転摺動機械において、摺動部の耐焼付き性、耐摩耗性の向上、摩擦係数の低減のために有効な摺動材料を実現する。

【構成】 摺動材料として摺動部表面に、FeF₂・FeF₃を主とするフッ化鉄皮膜を形成させたものを用いる。フッ化鉄皮膜の形成方法としては、F₂ガス中での熱処理やフッ素イオン注入等が採用される。また、圧縮媒体がフッ素を含有する気体(フロンガス等)である場合、摺動部の摩擦熱により若干のフッ化鉄が形成される。そこで、触媒作用等を利用してこのフッ化鉄皮膜の形成を促進させる。例えばフッ素イオン注入を施した場合、非処理材に対して焼付き荷重が3倍程度に向上する。また、フッ素を含有する気体(HFC系フロン)中での摺動特性は不活性ガス(窒素)中よりも優れており、摺動面にはフッ化鉄皮膜が自然形成される。従って、触媒作用等を利用してフッ化鉄の形成を促進すれば、摺動特性がさらに向上する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 鉄系材料を素材とし、その摺動面にフッ化鉄皮膜を形成してなる摺動部材。

【請求項2】 鉄系材料を素材とする摺動部材の摺動面をフッ素ガス中で熱処理することによりフッ化鉄皮膜を形成するようにしてなる摺動部材の製造方法。

【請求項3】 鉄系材料を素材とする摺動部材の摺動面にフッ素イオンを注入することによりフッ化鉄皮膜を形成するようにしてなる摺動部材の製造方法。

【請求項4】 鉄系材料を素材とする摺動部材の摺動面にフロンガス中で触媒を使用してフッ化鉄生成作用を生ぜしめることによりフッ化鉄皮膜形成作用を促進するようにしてなる摺動部材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本願発明は、例えば空気調和機のロータリー圧縮機用のペーン(ブレード)部材やロータ部材、同スクロール型圧縮機の可動スクロールなどに適した摺動部材およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 例えば空気調和機に使用されるロータリーアー圧縮機は、ロータリーシリンダ、該ロータリーシリンダ内に偏心回転可能に支持されたロータ、上記ロータリーシリンダの内周面側のペーン溝内に摺動可能に嵌挿されているとともに、常時上記ロータ面に摺接するペーン、上記シリンダ両側のフロントヘッド及びリアヘッド等により構成されている。そして、駆動用モータが回転すると、カムシャフト部のカムの回転により上記ロータは上記シリンダ内に偏心回転し、それによって冷媒ガスが吸入口より上記シリンダ内に流入し圧縮されて吐出口より吐出される。この時、上記ペーンは、上記ロータの偏心回転に応じて当該ロータの半径方向に相当な速度で往復摺動(出没)運動を行う。

【0003】 ところで、上記ロータやペーンのような相互に当接して摺動する相対摺動部材は、従来一般には耐摩耗性や熱膨張係数の点から共に鋼や鋳鉄によって形成されていた。鋼や鋳鉄などの鉄系摺動部材は、現行のフロン冷媒(HCFC22)と潤滑油(スニソ油)の混合油中では、非常に良好な摺動特性を示し、耐摩耗性が低く焼付き荷重も大きい。これは、現行のフロン冷媒(HCFC22)中には塩素(Cl)が含まれているために、該塩素(Cl)が鉄系摺動部材の摺動面に塩化鉄を形成し、それによって極圧作用が実現されることによっている。

【0004】 ところが、近年地球環境保護に対する関心が高まる中、成層圏におけるオゾン層破壊に影響を及ぼすフロン類の生産及び使用が規制され、各方面で代替品に関する研究が推し進められている。特に潤滑に関してはClを含むCFC、HCFC系フロンの規制が進み、Clを含まないHFC系フロン化が検討されているため、フロン分子中のClによる極圧作用がなくなり、潤

10

2

滑特性が大きく低下することが問題となっている。

【0005】 また、最近の空気調和機では、インバータ方式の位相制御が主流化しているために、圧縮機も高速摺動性能の要求が高く、上記代替フロンに対する潤滑性能の悪化は解決すべき重要なテーマである。

【0006】 そこで、本願発明者は、フロンが潤滑特性に与える影響について代表的なCFC、HCFC、HFC系フロンを対象して詳細に実験検討した結果、鋳鉄材がフロン雰囲気中でフッ化鉄を生成し、該フッ化鉄が塩化鉄に近い潤滑性能を発揮する事実を見出した(例えば(社)日本トライボロジー学会、トライボロジー会議予稿集P433~436「フロン雰囲気における摩擦摩耗特性」参照)。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、上記実験において自然生成されるフッ化鉄皮膜は極めて薄く、実用に耐えるものではない。従って、何とか該フッ化鉄皮膜層を積極的に厚く形成し、実用に耐えるレベルの潤滑特性を実現することが課題となっている。

20

【0008】

【課題を解決するための手段】 本願の請求項1~4各項記載の発明は、それぞれ上記の課題を解決することを目的としてなされたものであって、各々次のように構成されている。

30

【0009】(1) 請求項1記載の発明の構成

請求項1記載の発明の摺動部材は、鉄系材料を素材とし、その摺動面にフッ化鉄皮膜を形成して構成されている。

30

【0010】(2) 請求項2記載の発明の構成

請求項2記載の発明の摺動部材の製造方法は、鉄系材料を素材とする摺動部材の摺動面をフッ素ガス中で熱処理することにより十分な厚さのフッ化鉄皮膜を形成するようにしたものである。

40

【0011】(3) 請求項3記載の発明の構成

請求項3記載の発明の摺動部材の製造方法は、鉄系材料を素材とする摺動部材の摺動面にフッ素イオンを注入することにより十分な厚さのフッ化鉄皮膜を形成するようにしたものである。

40

【0012】(4) 請求項4記載の発明の構成

請求項4記載の発明の摺動部材の製造方法は、摺動部材の摺動面にフロンガス中で触媒を使用してフッ化鉄を生成させることによりフッ化鉄皮膜形成作用を促進するようにしたものである。

50

【0013】

【作用】 本願の請求項1~4各項記載の発明は、各々以上のように構成されている結果、当該各構成に対応して各々次のような作用を奏する。

50

【0014】(1) 請求項1記載の発明の作用

請求項1記載の発明の摺動部材は、上述のように、鉄系材料を素材とし、その摺動面にフッ化鉄皮膜を形成して

構成されている。

【0015】したがって、フッ化鉄皮膜の極圧作用により摺動面の潤滑特性が向上する。

【0016】(2) 請求項2記載の発明の作用

請求項2記載の発明の摺動部材の製造方法は、鉄系材料を素材とする摺動部材の摺動面をフッ素ガス中で熱処理することによりフッ化鉄皮膜を形成するようにしたものである。

【0017】したがって、上記熱処理によりフッ化鉄皮膜が形成され、同フッ化鉄皮膜の極圧作用により摺動面の潤滑特性が向上する。

【0018】(3) 請求項3記載の発明の作用

請求項3記載の発明の摺動部材の製造方法では、鉄系材料を素材とする摺動部材の摺動面にフッ素イオンが注入され、それにより効果的にフッ化鉄皮膜が形成される。

【0019】そして、該フッ化鉄皮膜の極圧作用により摺動面の潤滑特性が有効に向上する。

【0020】(4) 請求項4記載の発明の作用

請求項4記載の発明の摺動部材の製造方法では、鉄系材料を素材とする摺動部材の摺動面をフロンガス中で触媒で触媒を使用してフッ化鉄生成反応を可及的に促進するようとしているので、より効果的にフッ化鉄皮膜を形成することが可能となる。

【0021】

【発明の効果】したがって、本願発明の摺動部材および摺動部材の製造方法によると、代替フロンを使用した場合にも摺動部材の摺動面に形成されたフッ化鉄皮膜により、十分に実用に耐え得る有効な極圧作用を実現することができるようになる。

【0022】

【実施例】以下、本願発明の実施例に係る摺動部材およびその製造方法について詳細に説明する。

【0023】すでに述べたように、近年、地球環境保護に対する関心が高まる中、成層圏におけるオゾン層破壊に影響を及ぼすフロン類の生産及び使用が規制され、各方面で代替品に関する研究が推し進められている。特に潤滑に関してはC1を含むCFC、HCFC系フロンの

10

20

30

規制が進み、C1を含まないHFC系フロン化が検討されているため、フロン分子中のC1による極圧作用がなくなり、潤滑特性が大きく低下することが問題となっている。

【0024】そこで、先ず本願発明者は、先ずフロンの潤滑特性に及ぼす影響をより詳細に調べるために、代表的なCFC、HCFC、HFC系フロンを用い、乾燥雰囲気中での摩擦摩耗特性、及び冷凍機油との共存下での潤滑特性について詳細に実験および研究を行った。

【0025】(1) 実験方法

①乾燥摩擦試験

図1に示すように摩擦試験部と荷重・摩擦トルクの計測部を圧力容器内に収納した高圧雰囲気型摩擦試験機を用いた。該摩擦試験機は、冷媒が封入される密閉型の圧力容器1の底部側に所定弾性係数の加圧スプリング2、荷重用ロードセル3、球体4を備えたバランス支持機構5を介して3本のテストピース(ピン)TP₁, TP₂, TP₃を固定し得る固定ディスク6を設ける一方、これに対応して同圧力容器1の上部側に回転ディスク7を設け、該回転ディスク7をモータ駆動軸8で回転駆動するように構成されており、上記固定ディスク6はロッド9を介して摩擦トルク用ロードセル10に連係されている。

【0026】試験片形状は、図2に示すように1個の回転球MP₁と3個の固定球MP₂～MP₄とからなる4球試験片で焼付き試験及び摩耗試験を行った。試験片の材質はSUS2である。

【0027】焼付き試験は、摩擦速度0.058～0.518[m/s]の範囲で、荷重ステップ5[kgf]、保持時間3[min]で行ない、摩擦係数の急上昇をもって焼付きとした。摩耗試験は、所定荷重で10[min]保持した後の摩耗痕直径にて評価を行った。

【0028】雰囲気ガスはCFC12, HCFC22, HFC32, HFC134a, HFC125、窒素であり、雰囲気温度は室温である。これらのガスの性質を次の表1に

【0029】

【表1】

(フロン、窒素の性質)

分類	化学式	沸点(°C)	分子量
CFC12	CCl ₂ F ₂	-29.8	120.0
HCFC22	CHClF ₂	-40.8	86.5
HFC134a	CH ₂ FCF ₃	-26.5	102.0
HFC32	CH ₂ F ₂	-51.8	52.0
HFC125	CHF ₂ CF ₃	-48.6	120.0
窒素	N ₂	-195.8	28.0

【0030】②フロン／潤滑油共存下での焼付き試験
試験機は図1と同様で、図3に示すピンーディスク式試験片による焼付き試験を行った。同試験片の材質は、ピン($T_{P1} \sim T_{P3}$)側が高速度鋼、回転ディスク(7)側がNiCrMo鉄である。

【0031】焼付き試験の摩擦速度は2～4[m/s]、荷重ステップは10[MPa]で保持時間5[min]で行なった。また摩擦係数の急増をもって焼付きとした。

【0032】供試フロンはHFC22、及びHFC32/HFC134aの混合系であり、その性質は上記表1に示されている。また、試験に用いた潤滑油は、HFC22及びHFC134a混合系の各々のフロンに対して相溶性のある鉛油、及びエステル油である。温度条件を70[°C]一定とし、フロンガス圧力を1～30[kgf/cm²]の範囲で調節することによってフロンの潤滑油への溶解量を変化させた。

【0033】(2) 実験結果および考察

①乾燥摩擦試験

a. 焼付き試験

乾燥雰囲気中における焼付き試験の結果を図4に示す。これは全体的な傾向により大別して3グループに分類することができる。つまり、C1を分子中に含むCFC・HCFC系フロン(CFC12、HCFC22)、C1を分子中に含まないHFC系フロン(HFC134a、HFC32、HFC125)、不活性ガスである窒素の3グループである。

【0034】最も焼付き荷重が高いのは、C1を含むCFC・HCFC系フロンであり、これはC1による極圧効果が顕著に現れた結果であると考えられる。

【0035】次にはC1を含まないHFC系フロン中での焼付き荷重が高く、不活性ガスである窒素中での焼付き荷重とは明らかな相違が認められた。従って、HFC系フロン中においても何らかの極圧作用が現れたと考えられるので、X線光電子分光分析装置(XPS)によって摩擦面の元素分析を行った結果を図5に示す。この図5より、摩擦面からは明確にフッ素Fが検出されており、フッ化物皮膜が形成されていると考えられる。このフッ化物は、XPSピークのケミカルシフトより見て、フッ化鉄であると考えられる。

【0036】以上の結果より、HFC系フロン中においてもフッ化物によると認められる極圧作用により、焼付き荷重が上昇することが明らかとなった。

【0037】b. 摩耗試験結果

摩擦速度0.058[m/s]における摩耗試験結果を図6に示す。高荷重域ではやはり3グループに分類され、CFC・HCFC系フロン中での摩耗痕径が最小であり、次にHFC系フロン中での摩耗が少なく、窒素中での摩耗が最も多くという焼付き荷重に関してと全く同様の結果が得られた。しかし、低荷重域ではCFC・HCFC系フロン中とHFC系フロン中の差が殆んど認められなく

なり、HFC125中での摩耗のみが多く、同じHFC系フロンにおいても若干の違いがあることを示している。

【0038】HFC系フロン分子のC-F結合強度は、一つの炭素原子に結合しているフッ素原子数が多い程強くなるが(CF4>CHF3>CH2F2>CH3F)、この結合の弱い方がより優れた潤滑性を示しているように見受けられる。つまり、本実験におけるHFC系フロンにおいては潤滑性の優れた順にHFC134a、HFC32、HFC125となり、この差は非常に僅かではあるが焼付き荷重、摩耗率、摩擦係数全てにおいて同様の傾向が得られている。

【0039】c. 摩擦特性

摩擦速度0.058[m/s]における乾燥雰囲気中での摩擦特性を図7に示す。摩擦係数についてもやはり3グループに分類され、CFC・HCFC系フロン中で最も低摩擦であり、次にHFC系フロン中の摩擦係数が低く、窒素中での摩擦係数が最も大きいという、焼付き荷重に関してと同様の結果が得られた。

【0040】CFC・HCFC系フロン中では、接触荷重にかかわらずほぼ一定の低い摩擦係数を示しており、やはりC1による極圧作用が現れていると考えられる。これに対しHFC系フロン中では接触荷重の増加と共に摩擦係数が増大しており、傾向としては窒素中の摩擦係数と同様である。摩擦面において塩化物の生成による極圧作用が現れる場合には、接触荷重の増加に伴って摩擦係数が低下するといわれているが、フッ化物の極圧作用によると思われるHFC系フロン中では同様の傾向が見られなかった。この原因は、フッ化物自体の極圧性が塩化物よりも劣るか、また生成量が少ないと考えられる。EDXによる面分析及びXPSによる深さが見られており、これも極圧性の相違に関係があると思われる。

【0041】②フロン／潤滑油共存下での焼付き試験
HFC22/鉛油共存中、HFC32/HFC134a/エステル油共存中での焼付き荷重結果を図8、図9に示す。摩擦速度2[m/s]では顕著な差は見られないが、摩擦速度4[m/s]ではHFC22/鉛油共存中での焼付き荷重の方が高い。特にフロンガス圧力の高い、つまりフロンの溶解量の多い領域での差が大きいことから、HFC22中のC1の極圧効果による差であると考えられる。

【0042】また、HCFC22の場合と同様に、HFC系混合冷媒においても、ガス圧の増加に伴って焼付荷重が若干上昇した。この原因は、フロンの溶解量が増加するために局部的な蒸発による冷却効果が現れるためであるという報告がある。

【0043】しかし、HFC系フロンの乾燥雰囲気中においても、極圧効果が認められていることより、潤滑油との共存中においてもその極圧効果が現れた可能性が考

えられる。そこで、HFC32/HFC134a/エステル油共存中での摩擦面の元素分析を行った結果を図10に示す。乾燥雰囲気中と同様に、やはりフッ素Fが検出されており、フッ化物が生成されて極圧効果が現れたと考えられる。

【0044】以上の結果より、HFC系フロンは潤滑油との共存雰囲気中でも潤滑性を示すことが明らかとなつた。

【0045】(3) 本願発明実施例の摺動部材の構成

本実施例の摺動部材は、上記実験結果を基にして、例えばSKH51などの鉄部材の摺動部材の摺動面に例えればFeF₂又はFeF₃を主とするフッ化鉄皮膜を所定の厚さに形成して構成されている。

【0046】FeF₂, FeF₃を主とするフッ化鉄皮膜が形成されると上述のように潤滑特性が向上するので摺動部材としての摺動特性も良好となり、耐焼付性、耐摩耗性も向上し、摩擦係数が低くなる。従って、例えば空気調和機用ロータリ圧縮機や同スクロール圧縮機などの高摺速性能が要求される回転ポンプの摺動部材(ペーン、ロータ、可動スクロールなど)に特に最適となる。

【0047】しかも、上記フッ化鉄皮膜は塩素を有しない代替フロンによる生成が可能であるから、上記空気調和機用圧縮機の摺動部材のように代替フロン冷媒雰囲気中で使用されるものにとって特に好都合である。

【0048】(4) 本願発明実施例の摺動部材の製造方法

上記摺動部材は、例えば上記SKH51などの鉄部材の摺動面に対して例えればフッ素Fイオンを注入することにより十分な層圧のFeF₂又はFeF₃を主とするフッ化鉄皮膜を積極的に形成することによって製造される。

【0049】この方法によって製造された摺動部材(サンプルB)の上記摩擦試験機による焼付き試験の結果を従来の摺動部材(サンプルA)と対比して図11に示す。この場合、本実施例の摺動部材(サンプルB)はSKH51にフッ素イオンを注入してフッ化鉄皮膜を形成したものの、従来例(サンプルA)はSKH51であり、相手材としては共にロータケーシング材として一般的なMo-Ni-Cr合金鉄を用いた。試験条件は、次の通りである。

【0050】冷媒: HFC134a(2kgf/cm²・C)

油: エステル油

摺動速度: 4m/s

温度: 室温

相手材: 合金鉄(Mo, Ni, Cr鉄)

摩擦形式: ピン-ディスク式

この結果、例えれば本実施例のようにフッ素イオン注入を施した場合、図11に示すように焼付き荷重が約3倍程度まで大きく向上することが明らかとなった。

【0051】また、フッ素を含有する冷媒ガス(HFC系フロン)中での摺動特性は図4、図6、図7に示すように、不活性ガス(窒素)中よりも優れている訳であり、摺動部の摩擦熱により図5に示すように摺動面には更に所定量のフッ化鉄が形成される。従って、該冷媒雰囲気中で触媒作用等を利用して積極的にフッ化鉄の形成を促進するようにすれば、摺動特性がさらに向上する。この場合、触媒としては、例えばAu, Al₂O₃, ZrO₂等が採用される。

【0052】(5) 他の実施例による摺動部材の製造方法

上記摺動部材の製造方法としては、上述したフッ素イオンの注入による方法の他にも、例えればF₂ガス中で熱処理することによってフッ化鉄を生成させる方法を採用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本願発明の実施例において使用される摩擦試験機の構成を示す概略図である。

【図2】図2は、同試験機の4球式摩擦試験部の要部の構造を示す概略図である。

【図3】図3は、同試験機のピン-ディスク式摩擦試験部の要部の構造を示す概略図である。

【図4】図4は、同実施例における乾燥雰囲気中での焼付き試験の結果を示すグラフである。

【図5】図5は、同実施例における摩擦面の元素分析結果を示すグラフである。

【図6】図6は、同実施例における乾燥雰囲気中での摩耗試験の結果を示すグラフである。

【図7】図7は、同実施例における乾燥雰囲気中での摩擦特性を示すグラフである。

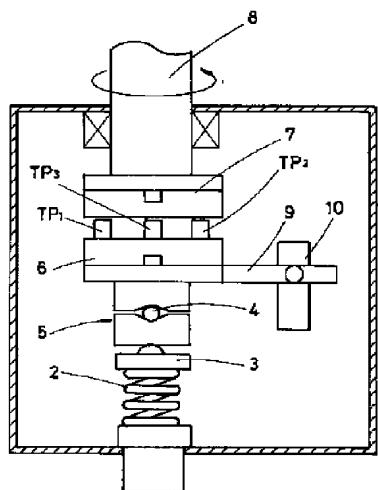
【図8】図8は、同実施例におけるHFC/C/鉱油中の焼付き特性を示すグラフである。

【図9】図9は、同実施例におけるHFC32/HFC134a/エステル油中での焼付き特性を示すグラフである。

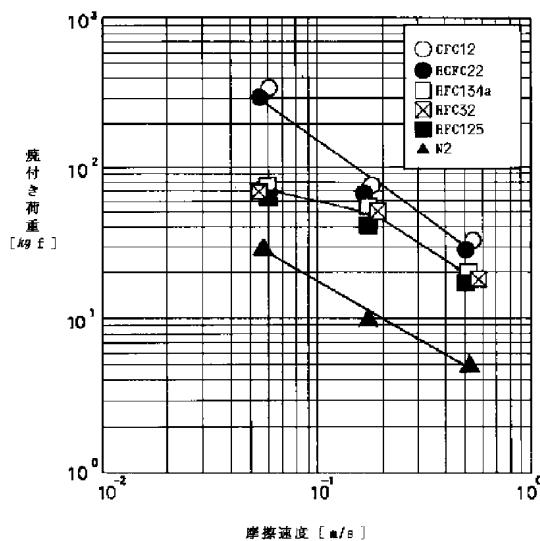
【図10】図10は、同実施例における摩擦面の元素分析結果を示すグラフである。

【図11】図11は、同実施例における摺動部材の焼付き荷重を従来例と対比して示すグラフである。

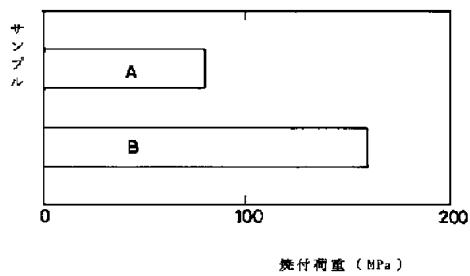
【図1】



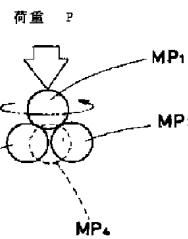
【図4】



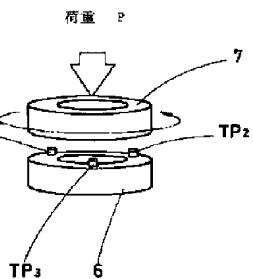
【図11】



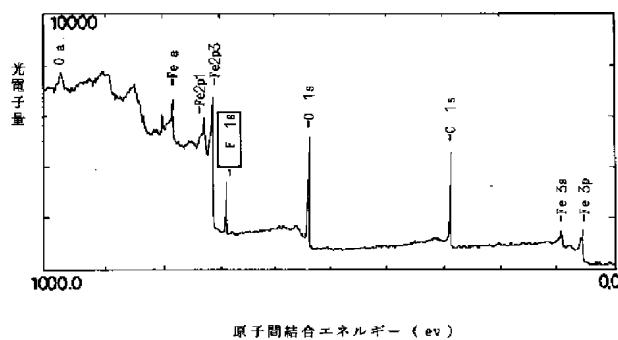
【図2】



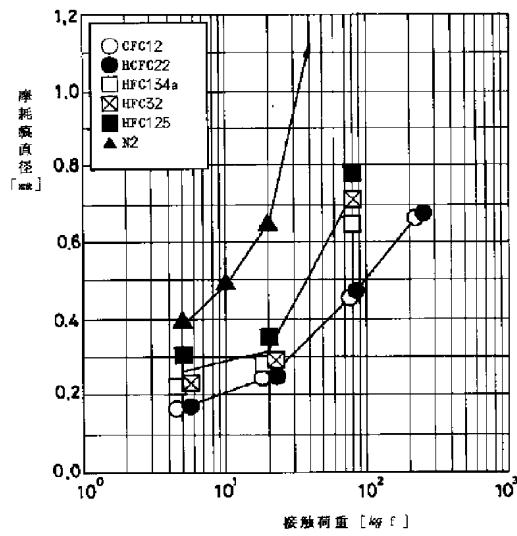
【図3】



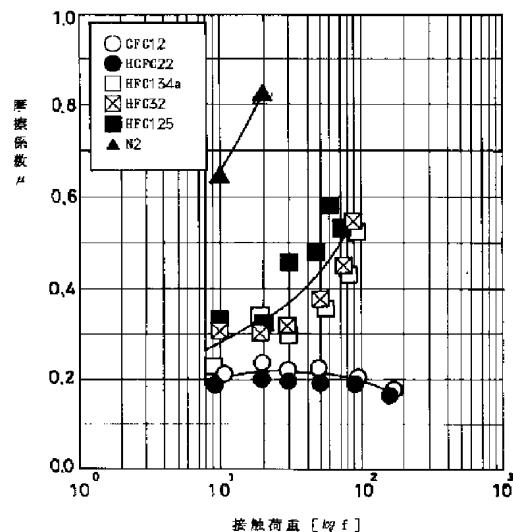
【図5】



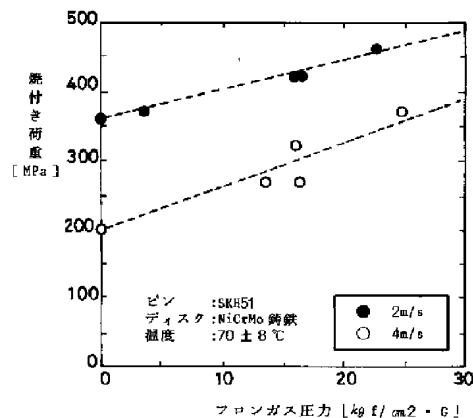
【図6】



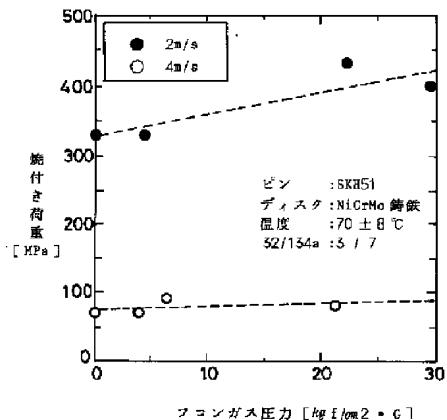
【図7】



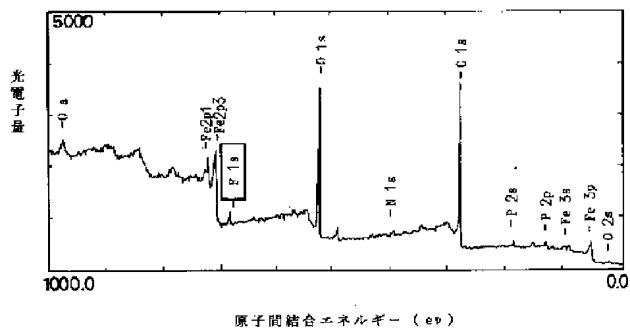
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. 5

識別記号

府内整理番号

F I

技術表示箇所

C 10 N 40:02

50:08

70:00

(72) 発明者 三科 正太郎

大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業
株式会社堺製作所金岡工場内

(72) 発明者 神▲の▼ 亮

大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業
株式会社堺製作所金岡工場内

SLIDING MEMBER AND PRODUCTION OF THE SAME

Publication number: JP6184574

Publication date: 1994-07-05

Inventor: KAWAHARA KATSUMI; HARA HIDEKI; MISHINA SHOTARO; JINNO AKIRA

Applicant: DAIKIN IND LTD

Classification:

- **international:** **C10M103/06; C23C14/06; C23C14/48; F04C29/00;**
C10N10/16; C10N40/02; C10N50/08; C10N70/00;
C10M103/00; C23C14/06; C23C14/48; F04C29/00;
(IPC1-7): C10M103/06; C23C14/06; C23C14/48;
F04C29/00; C10N10/16; C10N40/02; C10N50/08;
C10N70/00

- **European:**

Application number: JP19920340663 19921221

Priority number(s): JP19920340663 19921221

[Report a data error here](#)

Abstract of **JP6184574**

PURPOSE: To provide a sliding member improved in the seizing resistance and wear resistance of the sliding portion thereof and effectively lowered in the friction coefficient thereof in a revolving sliding machine such as a compressor or a pump. **CONSTITUTION:** An iron fluoride film mainly comprising FeF₂ and FeF₃ is formed as a sliding material on the surface of the sliding portion of a sliding member. Usable methods of forming the iron fluoride film include heat treatment in F₂ gas, and fluoride ion implantation. Where a compressed medium is a fluorine-contg. gas (fluorocarbon gas, etc.), a small amt. of iron fluorides is formed by frictional heat generated in the sliding portion. In view of the foregoing, a catalytic action or the like is utilized to promote the formation of the iron fluoride film. For example, in the case of fluoride ion implantation, a load causative of seizing is increased about 3-foldar compared with that in the case of an untreated material. The sliding properties of the sliding member in a fluorine-contg. gas (HFC) are superior to those in an inert gas (nitrogen). In this case, the iron fluoride film is spontaneously formed on the sliding surface. Accordingly, when the formation of iron fluorides is promoted by utilizing the catalytic action the like, the sliding properties of the sliding member are further improved.

.....
Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide